

Л. И. Бродская, Л. Н. Мазур

**РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ
СРЕДНЕГО УРАЛА в XX в.
Методологические аспекты построения
динамических моделей***

В XX в. Россия пережила множество потрясений, среди которых по значимости последствий выделяется *урбанизационный переход* — важнейшая составная часть модернизационных преобразований. По мнению А.С. Сеньявского, переход от сельского к городскому обществу стал магистральным направлением, предопределившим специфику и результаты исторического пути России в XX в.¹ Будучи сложным социально-экономическим явлением, урбанизация не ограничивается только преобразованием пространственных структур организации общества, но влияет на все стороны его жизнедеятельности, формируя принципиально новую среду обитания и образ жизни. Урбанизация многолика: с одной стороны, этот процесс непосредственно связан с развитием городов и городской системы расселения. С другой стороны, она находит отклик в сельской местности, затрагивая ее количественные и качественные характеристики.

Система сельского расселения представляет собой совокупность сельских населенных пунктов, расположенных на определенной территории и связанных между собой экономическими, социальными и административными связями. Расселение имеет сложную многоуровневую структуру, в рамках которой отдельные поселения организуются в локальные системы, а те, в свою очередь, — в региональные. Строение поселенческой сети региона связано с историей его заселения, типом хозяйственного использования территории, природно-климатическими условиями.

Расселение обладает рядом системных свойств, таких как устойчивость и динамичность, саморегулирование и управляемость. Устойчивость системе придает относительная стабильность исторически сложившегося каркаса поселенческой сети, включающего наиболее крупные и значимые с точки зрения выполняемых функций селения. Кроме того,

* Тема поддержана грантом РФФИ № 03-06-80436.

она связана с такими структурными элементами сельской местности, как материальные объекты (постройки) и тяготение людей к пригодным для жизни местам. Выбор мест обустройства поселений не был случайным и определялся вескими причинами и объективными условиями. На Среднем Урале поселения, составляющие каркас системы расселения, основываются в XVI – XIX вв. по берегам рек, озер, а также на водоразделах, т. е. в тех местах, которые были хорошо обеспечены водой и благоприятны для сельскохозяйственной деятельности и развития транспортных коммуникаций.

Системе расселения присуще такое закономерное свойство, как динамичность. В поселенческой сети происходят постоянные изменения: появляются новые населенные пункты и исчезают старые, меняется их статус, размеры, хозяйственные и административные функции. Немаловажное значение для характеристики систем имеют их пространственные атрибуты, уровень рассредоточенности сельских поселений, особенности их концентрации. В зависимости от этих параметров принято выделять *очаговый, редкий, плотный и сплошной* типы заселенности территории. Для территорий Среднего Урала, особенно для его северных районов, характерной чертой остается рассредоточенность сельского расселения. Более $\frac{4}{5}$ жителей области сосредоточены в наиболее урбанизированных горно-заводских районах и территориях, примыкающих к ним с запада и востока. В центральной и южной части Свердловской области плотность населения равна в среднем 43 чел. на квадратный километр. В сельскохозяйственных юго-восточных и юго-западных районах области проживает всего 12% населения, плотность населения здесь достигает 18,5 чел на квадратный километр. В лесопромышленных северных районах – 4,6% населения, плотность населения равна 3,7 чел. на квадратный километр. Чем дальше в югу, тем плотнее и устойчивее становится поселенческая сеть. В зависимости от типа расселения наблюдается различная динамика поселенческих структур².

В своем развитии система расселения опирается на собственные внутренние ресурсы, среди которых большое значение приобретает демографический потенциал территории. Именно демографические процессы во многом определяют и направленность, и интенсивность изменений, происходящих в сельской местности. Кроме того, система расселения испытывает на себе влияние внешних факторов, к числу которых относится производство, условия географической среды, политические решения. Они способны внести существенные поправки в естественные процессы развития расселения, придавая им специфические черты. Каждый из факторов влияния нуждается в тщательном анализе и оценке, их необходимо структурно выделить и определить взаимовлия-

ние этих элементов друг на друга и на систему в целом — в этом и состоит предпосылка комплексного подхода к анализу поселенческой сети.

Российская деревня кардинально изменилась за последние полвека, как и вся система расселения в целом. Не секрет, что существенно сократилось число поселений. С карты страны исчезли тысячи сел и деревень, опустели некогда многолюдные селения. Если в 1939 г. в России насчитывалось 406 958 сельских населенных пунктов, то к 1989 г. их число сократилось до 152 922, т. е. уменьшилось почти в 2,7 раза³. Общеизвестным стал тезис о вымирании деревни как формы поселения. На Среднем Урале эти процессы проходили даже более интенсивно, чем в других районах России, в связи с высокими темпами урбанизации региона. Так, например, в северных районах Среднего Урала в 1970 – 1980-е гг. деградирующие поселения, где наблюдается сокращение населения, преобладали и составляли 65%, прогрессивно развивающиеся — только 21%. В южных районах доля растущих поселений составляла 43%, а нерастущих — 44%⁴.

Что ждет в дальнейшем деревню? Ответ на этот вопрос во многом связан с изучением общих закономерностей развития расселения, анализом тех факторов, которые влияют на него. В этом существенную помощь могут оказать методы моделирования динамики сельских поселений.

Задачи динамического анализа сельских поселений достаточно пристально рассматривались в научной литературе, прежде всего в рамках экономико-географических исследований, и решались в основном с привлечением методов описательной статистики, среди которых ведущее место отводилось таким приемам статистической обработки данных, как группировка, средние и относительные величины (плотность размещения)⁵. Едва ли не самый простой способ изучения динамики поселений связан с вычислением системы динамических показателей (абсолютные, средние, относительные) для каждого типа объектов, что позволяет охарактеризовать направленность их развития и оценить средний уровень изменений. Подобный описательный подход к исследованию поселенческой сети присущ подавляющему числу научных работ. Он позволяет получить общее представление об изучаемом объекте и динамике его развития, но не дает возможности понять суть явления, провести обоснованную дифференциацию всех вариантов.

Более сложный, но вместе с тем и более интересный вариант дает построение типологии на основе анализа собственно динамических характеристик конкретных объектов. Цель такой типологии состоит в выделении групп объектов (поселений), характеризующихся сходными вариантами развития.

Так, например, по данным статистики в 1959 – 1970 гг. для 35% сельских поселений СССР было характерно регрессивное развитие, для 28% — неустойчивое равновесие с предпосылками к регрессивному развитию, для 26% — неустойчивое равновесие с предпосылками к прогрессивному развитию и для 4% — прогрессивная динамика⁶. В 1971–1973 гг. регрессивная форма развития наблюдалась у 60% поселений, и еще 11% поселений имели предрасположенность к регрессивному развитию. Таким образом, применение методов описательной статистики позволяет выделить по крайней мере четыре модели поведения населенных пунктов и определить их место (удельный вес) в общей картине. Вместе с тем мы не можем оценить специфику изменений отдельных объектов в пределах одного и того же типа.

В 1970–1980-е гг. исследователи начинают обращаться к возможностям моделирования, отмечая высокую эффективность моделей как инструмента изучения расселения, прежде всего городского⁷. Сельское расселение в меньшей мере было охвачено этими инновациями, но все же интересные опыты были. В конце 1970-х гг. новосибирские ученые под руководством Т.Н. Заславской, используя материалы социологического обследования сельских поселений Западной Сибири, предложили свой вариант моделирования и типологии поведения сельских населенных пунктов⁸. Построение типологии основывалось на использовании методов автоматической классификации. Для этой цели были специально организованы массивы данных, сконструированные на основе первичных материалов социологического опроса, в котором были представлены сведения на начало и конец изучаемого периода. Такой подход позволил исследователям проанализировать наиболее распространенные типы динамики, оценить скорость перемещения отдельных объектов по факторам, изучить зависимость динамики от исходного статуса поселений. Если изучаемый объект в начале и в конце изучаемого периода принадлежал к одному и тому же классу, то это свидетельствовало о стабильности его статуса. Если же происходило перемещение объектов из одного класса в другой — это отражало нестабильное положение. В частности, новосибирскими исследователями была прослежена динамика сельских поселений по ряду факторов – экономическому, демографическому, социальному, а также уровню урбанизации. С учетом всех факторов были выделены три динамические модели: «упадок», характерный для 17% поселений; «функционирование» — 45,2%; «развитие» — 37,6%⁹.

Не довольствуясь классификацией динамики, ученые сделали попытку построения обобщенной типологии поселений с учетом их социального статуса и характера динамики. В результате была предложена схема, в которой представлены результаты анализа как статистики, так и динамики социального и демографического развития поселений. В частности, в

качестве отдельных типов были выделены следующие: свертываемые, или самоликвидирующиеся, поселения (16,6%); неразвивающиеся периферийные аграрные поселения (29,3%); неразвивающиеся периферийные пригородно-индустриальные поселения (5,7%); развивающиеся периферийные аграрные поселения (24,2%); неразвивающиеся (стабильно функционирующие) аграрные центры (9,5%); развивающиеся аграрные центры (10,2%); наиболее развитые пригородно-индустриальные поселки (4,5%)¹⁰. Предложенная схема, пожалуй, вплоть до настоящего дня остается одной из наиболее интересных попыток применения многомерной типологии. Вместе с тем проблемы динамического моделирования здесь были решены весьма упрощенно, т. к. оценка динамики велась всего по двум показателям и за очень незначительный период времени — с 1967 по 1972 г. Эти ограничения не дают возможности выйти на уровень построения динамических моделей, основанных на методах анализа временных рядов и ориентированных на описание тренда. Здесь требуется более обширный статистический материал, охватывающий достаточно продолжительный период времени.

Как показал опыт, при построении динамических моделей исследователь сталкивается с целым рядом проблем теоретического и практического плана. В первую очередь необходимо преобразовать эмпирические данные в индикаторы (факторы), позволяющие выйти на уровень обобщения и выявления определенных закономерностей. Решая проблемы разработки многомерной типологии сельских поселений, ее авторы справедливо отмечали: «Эмпирические данные обычно содержат информацию, с одной стороны, избыточную по своему объему, а с другой — только косвенно характеризующую существенные закономерности, управляющие изучаемыми явлениями. Весьма характерной является, в частности, такая ситуация, когда объекты исследования в принципе могут быть описаны с помощью небольшого числа сложных признаков, но эти признаки не поддаются непосредственному наблюдению и измерению, а должны быть воссозданы из косвенных данных с помощью особых процедур обработки»¹¹.

Попытка многоуровневой характеристика системы сельского расселения имела место в работах Ф.З. Мичуриной. В частности, она считает, что сочетание поселенного и дробно-регионального изучения систем расселения принципиально важно, т. к. сама система имеет сложную иерархическую структуру, поэтому изменения в одном из ее элементов неизбежно сказываются на других. Все уровни организации системы расселения (поселение — локальная система — региональная система) дополняют друг друга и тесно взаимодействуют¹².

Опыт изучения динамики сельских поселений, накопленный исследователями, имеет неоценимое значение для разработки методологиче-

ских подходов и приемов анализа поселенческой сети. Тем не менее в каждом конкретном случае возникает необходимость корректировки использованных ранее методик с учетом специфики исходных данных, а также тех новых возможностей, которые предоставляет технический прогресс. В частности, появление мощных пакетов статистической обработки значительно упрощает процесс построения сложных математических моделей.

* * *

Анализ сложных систем, какой выступает расселение, предполагает, основываясь на тщательной разработке методологических вопросов организации исследования, отбор методов, наиболее адекватных поставленным задачам, и апробирование их на экспериментальных массивах информации для оценки надежности полученных выводов. Целью данной статьи является отработка алгоритма построения динамических моделей сельских поселений и его верификация на основе исторических сведений о поселенческой сети.

Методологические основы изучения динамики поселенческой сети Среднего Урала в XX в. определяются следующими принципами:

- изучение сельского расселения предполагает реализацию принципов *системного подхода* и *комплексного анализа* объекта исследования в совокупности географических, исторических, экономических, социально-культурных аспектов на основе широкого использования массовых исторических источников;

- не менее важен принцип *историчности* исследования, который ориентирует нас на изучение конкретно-исторических условий эволюции поселенческой сети с учетом всех объективных и субъективных факторов, определяющих направленность и интенсивность изменений сельской поселенческой сети. К числу этих факторов необходимо отнести демографические процессы, государственную политику в области расселения, изменения в экономической и политической сфере общества;

- основываясь на методах историко-сравнительного анализа (*компаративный подход*), появляется возможность выявить то общее и особенное, что свойственно объекту исследования — сельскому расселению Среднего Урала в XX в. Все изменения, происшедшие в российском обществе в прошлом веке, связаны с модернизацией, ознаменовавшей переход от аграрного общества к индустриальному. Эти изменения носят объективный и закономерный характер, но вместе с тем обладают своей спецификой применительно к различным странам и регионам;

- особенностью изучения сельского расселения является широкое применение методов *количественного анализа*, ориентированных на по-

строение динамических моделей локальных систем сельского расселения и поселенческих микроструктур.

Моделирование — достаточно сложная процедура, которая в исторических исследованиях применяется пока ограничено. И это объясняется следующими причинами:

- Исторические процессы и явления достаточно сложны для построения моделей в силу их многомерности и многофакторности. Любая модель по сути своей представляет изучаемый объект или процесс в несколько упрощенной форме, т. е. предполагает формализацию всего многообразия исторической информации и приведение ее к нескольким базовым категориям и характеристикам, которые составляют основу модели. В этом случае принципиально важным является обоснование надежности этих категорий, насколько они соответствуют задачам моделирования.

- Существующие методы и технологии не всегда позволяют адекватно отразить специфику объекта моделирования. При проведении подобных исследований неизбежно встает проблема корректности применения методов количественного анализа.

- Необходимо выделить информационные предпосылки моделирования, т. е. наличие первичных данных, достаточных для построения *исторической модели*. Создание такого массива информации представляет особую методическую проблему и связано с использованием и формализацией сведений массовых источников.

Таким образом, для проведения моделирования необходимо учитывать три основных условия: 1) объект исследования, поведение которого мы можем описать с помощью математических моделей; 2) корректные методы моделирования; 3) соответствующий информационный массив. В исторических исследованиях наиболее важной является третья предпосылка — наличие достаточной для целей моделирования первичной информации. Она связана с состоянием источников.

Информационную основу исследования составили массовые источники по истории сельского расселения на Среднем Урале — опубликованные и архивные Списки населенных пунктов за 1909, 1928, 1939, 1956, 1970, 1979 и 1989 гг. с основными статистическими данными (численность населения, тип поселения, хозяйственная направленность, наличие железнодорожной станции и сельсовета, национальность). Эти сведения были систематизированы с использованием технологии баз данных в массиве информационно-справочной системы «Села и города Среднего Урала в XX веке», созданной в 2000–2001 гг. на историческом факультете Уральского госуниверситета¹³. В информационном массиве представлены все сельские поселения, расположенные на территории Свердловской области, что дает возможность провести сплошное исследование и получить вполне надежную информацию о поведении посе-

ленческих микроструктур. Поисковые возможности системы позволяют не только найти любой населенный пункт и все сведения о нем, зафиксированные на момент регистрации, но и, связав записи таблиц за различные годы, создать принципиально новую информацию, характеризующую динамику сельского поселения. Наибольший интерес в этой связи получает изучение динамики такого показателя, как людность (численность населения), который выступает важнейшим параметром жизнеспособности населенного пункта.

Используя возможности поисковой системы и учитывая задачи моделирования, был создан новый информационный ресурс — таблица, включающая набор сведений по каждому населенному пункту: наименование, название района, тип поселения, хозяйственная направленность, преобладающая национальность, наличие железнодорожной станции и сельсовета, а также численность населения по годам. Таблица проектировалась таким образом, чтобы обеспечить возможность многоаспектной статистической обработки с помощью стандартных программных приложений и выполнить основную задачу исследования. Построение динамических моделей поселений направлено на изучение «поведения» их в условиях модернизационных преобразований, а также выявление тех факторов, которые определяют тип поведения.

Для выявления вариантов развития поселений необходимо прежде всего выделить те параметры поселений, которые наиболее важны для оценки изменений и выступают в качестве индикатора, отражающего уровень развития населенного пункта. Важнейшим показателем жизнеспособности населенного пункта является численность населения (людность). Опираясь на этот показатель, можно дать взвешенную оценку происходящих изменений, провести типологию поселений и охарактеризовать их распределение.

Динамическую модель сельских поселений Свердловской области в XX в. удобно представить в виде *временного ряда* — последовательности числовых значений, характеризующих изменение некоторого признака во времени. В основе методики моделирования лежат методы анализа временных рядов, использование которых ориентировано на достижение двух основных целей — определение природы динамического ряда и прогнозирование (предсказание недостающих значений временного ряда по настоящим и прошлым значениям). Анализ временных рядов предполагает, что рассматриваемые сведения содержат как систематическую составляющую, так и случайный шум (ошибку). Большинство методов исследования временных рядов включает различные способы подавления шума, мешающего выявить тенденцию (тренд). *Трендом временного ряда* называют плавно изменяющуюся, нециклическую компоненту, описывающую влияние долговременных факторов, эффект которых сказывается

ся постепенно. Например, к таким факторам можно отнести изменение демографических характеристик. Основную тенденцию можно представить либо аналитически — в виде уравнения (модели) тренда, либо графически, что повышает ее наглядность.

Наиболее часто для изучения социально-экономических явлений используется простая линейная модель тренда:

$$tr_t = b_0 + b_1 \cdot t.$$

Из нелинейных моделей тренда наиболее используется полиномиальная модель

$$tr_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + \dots + b_n t^n.$$

В практических задачах степень полинома редко превышает значение 5–6.

Первым шагом для выделения тренда является сглаживание. Оно всегда включает некоторый способ усреднения данных, при котором случайные колебания уровней ряда динамики взаимно погашают друг друга. Если отклонения уровней ряда значительны, как это наблюдается в нашем случае (колебания значений людности сельских поселений на протяжении всего изучаемого периода могут быть весьма ощутимыми), чаще всего используется *метод наименьших квадратов*, который применяется для построения уравнения регрессии. Он позволяет снизить шум и преобразовать данные в относительно гладкую кривую. Говоря языком регрессионного анализа, значения временного ряда x_t рассматривают как отклик (зависимую переменную), а время t — как фактор, влияющий на отклик (независимую переменную):

$$x_{t_i} = f(t_i, \theta) + \varepsilon_i, i = 1, \dots, n,$$

где f — функция тренда, θ — неизвестные нам параметры, а ε_i — независимые и одинаково распределенные случайные величины, распределение которых мы предполагаем нормальным. Суть метода наименьших квадратов состоит в том, что мы выбираем функцию тренда так, чтобы свести к минимуму последовательные разности между уровнями динамического ряда:

$$\sum_{i=1}^n (x_{t_i} - f(t_i, \theta))^2 \rightarrow \min.$$

При использовании этого метода исходят из предположения, что все разности между уровнями динамических рядов, начиная с первой, будут содержать только случайную компоненту. Причем первые разности со-

держат случайную компоненту в линейной форме, вторые — описываемую параболой второго порядка, третьи — показательной функцией.

При обработке методом наименьших квадратов последовательных разностей или отклонений от трендов исследователь имеет дело с чисто случайными величинами, взаимосвязь между которыми является часто весьма сомнительной. Для временных рядов вообще типично, что статистические предпосылки регрессионного анализа выполняются не полностью. В нашем случае переписи поселений проводились в 1909, 1928, 1939, 1959, 1970, 1979, 1989 гг., следовательно, временной ряд очень небольшой. Это приводит к невысокой статистической значимости результатов. Тем не менее полученные результаты отражают весьма четкую картину поведения объектов моделирования, что позволяет сделать вывод о возможности применения данного метода для получения вполне верифицированных выводов.

Сглаживание рядов динамики позволяет выделить сходные варианты поведения поселенческих структур. Уже в ходе работы выяснилось, что динамические модели сельских поселений разделяются на шесть типов: линейная убывающая (рис. 1), линейная возрастающая (рис. 2), парабола ветвями вниз (рис. 3), парабола ветвями вверх (рис. 4) и два вида кубической параболы (рис. 5–6). Кроме того, была выделена группа поселений с непонятным поведением (не подходит никакая модель регрессии). Ее, видимо, следует рассмотреть в дальнейшем отдельно, но пока в экспериментальном массиве таких поселений немного.

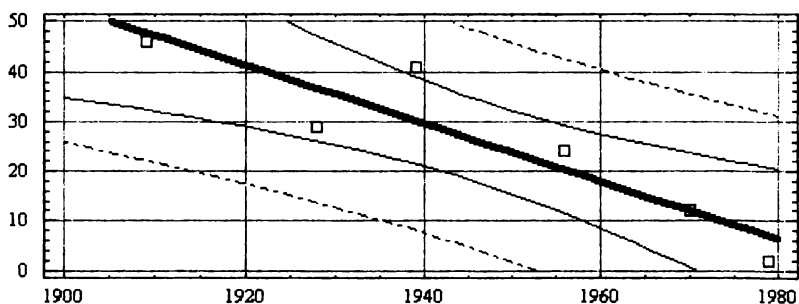


Рис. 1. Линейная убывающая функция

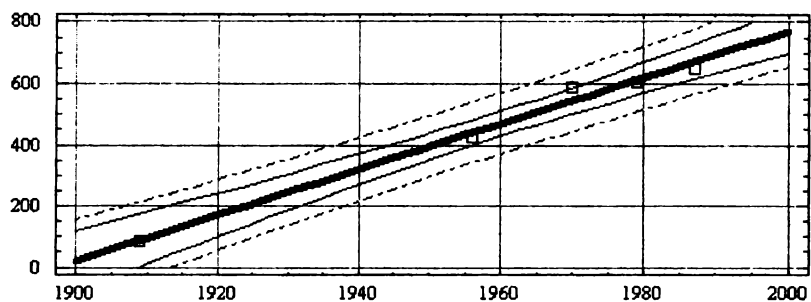


Рис. 2. Линейная возрастающая функция

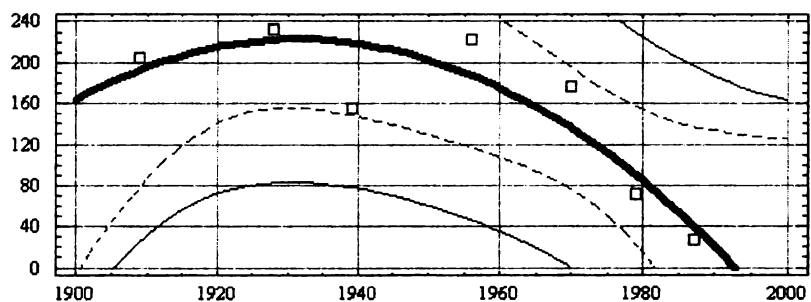


Рис. 3. Квадратичная функция (парабола ветвями вниз)

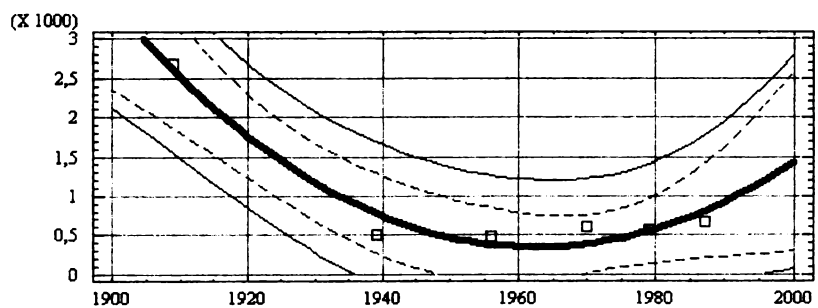


Рис. 4. Квадратичная функция (парабола ветвями вверх)

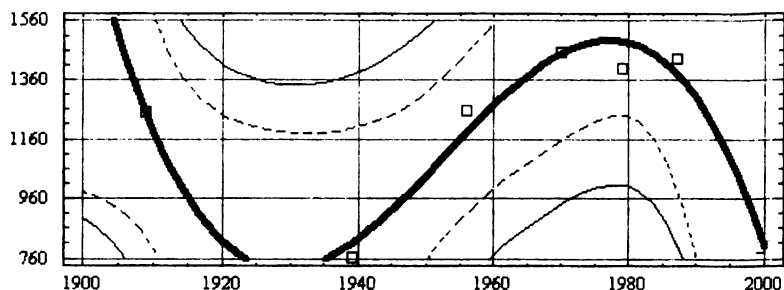


Рис. 5. Кубическая парабола

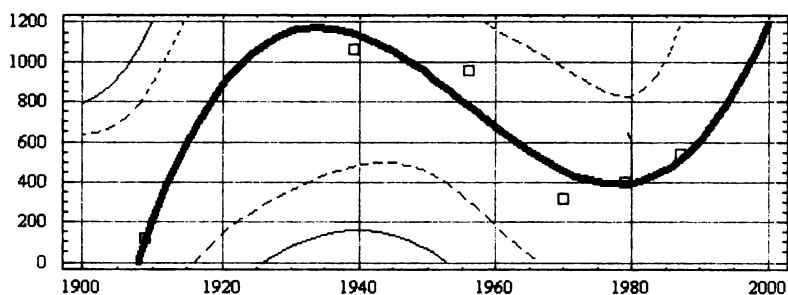


Рис. 6. Кубическая парабола

Для отработки методики моделирования в качестве пробного массива информации были взяты сведения о сельских населенных пунктах двух районов Свердловской области, Ачитского и Артинского. Они располагаются на западе Свердловской области — в Приуралье и характеризуются достаточно сходными экономическими и природно-географическими условиями. Оба района относятся преимущественно к сельскохозяйственным, их отличительной особенностью является многонациональный состав населения. Здесь располагаются территории компактного проживания марийцев, татар, башкир, создавая специфическую этнокультурную зону. Эти районы интересны тем, что позволяют оценить в полной мере влияние на расселение этнического фактора. Всего на современной территории Ачитского и Артинского районов было зарегистрировано 168 постоянных сельских поселений, в том числе 76,8% из них составляли деревни, 13,7% — села, 7,1% — поселки, 2,4% — выселки. Этот информационный массив был использован как экспериментальный для разработки методических аспектов моделирования поселенче-

ских структур и оценки возможностей использования прикладных программ.

Первоначальная обработка данных о поселениях осуществлялась с использованием возможностей электронной таблицы *Excel* и статистического пакета *StatGraphics*. В *StatGraphics* проводился выбор лучшей модели регрессии, т. к. он позволяет это сделать легко путем сравнения различных вариантов регрессии (*Comparison of Alternative Models*). В пакете заложена возможность менять модели (линейная, экспоненциальная, обратная по x , обратная по y , двойная обратная, мультипликативная и др.). Поскольку временный ряд содержит незначительное число данных и статистической значимости часто нет, то решено было рассматривать линейную модель и полиномиальную степени 2 или 3.

Следующий этап исследования связан с определением интенсивности каждого из шести вариантов развития сельских поселений, насколько часто они встречаются в системе расселения региона и какими факторами определяется их поведение. Для подсчета количества поселений, относящихся к той или иной модели, использовались возможности *Excel*, в частности, такие как автофильтр, с помощью которого выбирался нужный тип модели.

Сведения табл. 1 дают нам представление о распределении динамики поселений как по отдельным районам, так и в общем массиве. Обращает на себя внимание тот факт, что наиболее часто встречается модель 3-го типа — «парабола ветвями вниз» (41,1%), отражающая наиболее «нормальный» вариант развития в условиях модернизационного перехода. Здесь до 1930-х гг. наблюдается рост численности населения, сменившийся достаточно резким снижением в послевоенные годы. Другой наиболее распространенный вариант — это 1-й тип модели, «линейная убывающая» (32,7%), который характерен прежде всего для небольших поселений, составляющих в Уральском регионе подавляющее большинство. Именно они раньше всего включаются в процесс модернизационной перестройки, теряя население.

Т а б л и ц а 1

*Распределение сельских поселений Артинского и Ачитского районов
Свердловской области по типу динамики*

Тип модели	Ачитский район		Артинский район		Всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1 «линейная» –	27	29,4	28	36,8	55	32,7
2 «линейная» +	5	5,4	6	7,9	11	6,5
3 «полином» 2 –	41	44,6	28	36,8	69	41,1
4 «полином» 2 +	5	5,4	3	3,9	8	4,8
5 «полином» 3 – + –	9	9,8	9	11,9	18	10,7
6 «полином» 3 + – +	5	5,4	2	2,7	7	4,2
<i>Всего</i>	<i>92</i>	<i>100</i>	<i>76</i>	<i>100</i>	<i>168</i>	<i>100</i>

Модели 4-го и 5-го типов отражают влияние на поведение населенных пунктов некоторых событий, меняющих их «судьбу» в том или ином направлении, это может быть приобретение или утрата каких-то функций (административных, хозяйственных, транспортных и т. д.), влияние других значимых факторов. Один из интереснейших вопросов, возникающих при анализе временных рядов: воздействует или нет внешнее событие на последовательность наблюдений? Например, политика сселения малых деревень, проводимая в 1960 – 1970-х гг., привела к росту средней численности населенных пунктов, и соответственно многие из сельских поселений, относящихся к категории перспективных, в этот период переживают скачок в росте численности населения в результате переезда сюда жителей неперспективных деревень. Но в большинстве случаев это «вливание» имело краткосрочное действие, сменяясь вновь отрицательной динамикой демографических процессов. В этом случае можно попытаться оценить влияние одного или нескольких событий на значение уровня ряда. Различают три типа воздействия: устойчивое скачкообразное, устойчивое постепенное, скачкообразное. Для их оценки применяют дополнительно методы *анализа прерванных рядов*.

Особого внимания заслуживают поселения, относящиеся ко 2-му и 6-му типам, для которых в целом свойственна положительная динамика численности населения, отражающая значительный внутренний потенциал. К числу этих поселений нередко относятся крупные полифункциональные населенные пункты, выступающие в качестве важных административных и хозяйственных центров. Их удельный вес в изучаемой выборке составляет 10,7%.

Возможности программы *Excel* позволяют нам провести приближенный анализ и оценку тех факторов, которые воздействуют на поведение модели. В частности, табл. 2 дает нам представление о влиянии на дина-

мику численности населения такого параметра, как тип поселений (село, деревня, поселок и выселки). Сразу нужно оговориться, что отнесение к тому или иному типу в практике административного учета не имело четких критериев и чаще всего осуществлялось на основе традиции. Села, деревни и выселки являются традиционными разновидностями сельских населенных пунктов и опосредованно отражают их величину. Так, например, села чаще всего относятся к крупным поселениям. До 1917 г. селом называлось поселение, где располагалась церковь. В последующие годы села, как правило, становились центральными усадьбами колхозов или совхозов, выполняя административные функции. Напротив, выселки — это малодворные поселения, возникшие в недалеком прошлом. Деревни в этом смысле занимают промежуточное положение. Характерно, что 17,3% сел имеют положительную линейную динамику, в то время как деревни — только в 4,7% случаев, а выселки с подобным поведением не встречаются совсем. Помимо этого, 13% сел соответствуют 4-му типу модели и 8,8% — 6-му, т. е. в целом имеют положительную динамику. Это существенно выше, чем у других видов населенных пунктов — деревень, поселков и выселок.

Т а б л и ц а 2

*Распределение сельских поселений Артинского и Ачитского районов
Свердловской области по динамической модели и типу поселения*

Тип модели	Деревни		Села		Поселки		Выселки	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1 «линейная» –	40	31,0	7	30,4	5	41,7	3	75,0
2 «линейная» +	6	4,7	4	17,3	1	8,3	0	0,0
3 «полином» 2 –	59	45,7	5	21,7	4	33,4	1	25,0
4 «полином» 2+	4	3,1	3	13,0	1	8,3	0	0,0
5 «полином» 3 – + –	15	11,6	2	8,8	1	8,3	0	0,0
6 «полином» 3 + – +	5	3,9	2	8,8	0	0,0	0	0,0
<i>Всего</i>	<i>129</i>	<i>100</i>	<i>23</i>	<i>100</i>	<i>12</i>	<i>100</i>	<i>4</i>	<i>100</i>

Другой важной характеристикой сельских населенных пунктов, является то, выполняли ли они функции административного центра, т. е. располагался ли на их территории сельсовет. Всего 17,8% сельских поселений в выборке в 1930 – 1980-х гг. выполняли административные функции. И именно среди них чаще встречаются селения с положительной динамикой, т. е. 16,2% поселений, относящихся ко 2-му типу; 9,7% — к 4-му и 9,7% — к 6-му типам; среди поселений, не имеющих административных функций, только 4,2% относится ко 2-й модели, 3,4% — к 4-й, 2,8% — к 6-й (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

*Распределение сельских поселений Артинского и Ачитского районов
Свердловской области по динамической модели и наличию сельсовета, %*

Тип модели	Наличие сельсовета	Отсутствие сельсовета
1 «линейная» –	32,3	32,9
2 «линейная» +	16,2	4,2
3 «полином» 2 –	22,4	45,5
4 «полином» 2 +	9,7	3,4
5 «полином» 3 – + –	9,7	11,2
6 «полином» 3 + – +	9,7	2,8
<i>Всего</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

Такое распределение позволяет сделать вывод о значимости этого параметра для динамики численности поселений. Скорее всего здесь связь двухсторонняя. Сельсоветы располагались преимущественно в тех селах и деревнях, которые играли роль центра для данной локальной системы расселения и отличались высокими показателями людности. С другой стороны, в этом случае поселение приобретало новые функции, придававшие ему большую стабильность и перспективность.

Как показало распределение, представленное в табл. 4, принципиально важным для анализа ситуации выступает показатель, характеризующий национальный состав жителей сельских поселений. Средний Урал заселен преимущественно русскими, и в рассматриваемой выборке русские поселения составляют 78%. Однако исторически в процессе освоения территорий Урала принимали участие и другие народы — татары, марийцы, удмурты. Они пришли на эти земли в XV – XVI вв., т. е. раньше, чем русские переселенцы, и проживают достаточно компактно в ряде районов — Нижнесергинском, Красноуфимском, Ачитском Артинском и др., расположенных в юго-западной части Свердловской области. Здесь некоторые сельсоветы полностью состояли из представителей той или иной нерусской национальности.

Т а б л и ц а 4

*Распределение сельских поселений Артинского и Ачитского районов
Свердловской области по динамической модели и преобладающей
национальности жителей*

Тип модели	Русские		Марийцы		Татары		Русские, татары		Русские, марийцы	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1 «линейная» –	46	35,1	3	17,6	2	18,2	3	60,0	1	25,0
2 «линейная» +	7	5,3	3	17,6	3	27,3	0	0,0	1	25,0
3 «полином» 2–	59	45,0	4	23,6	1	9,1	0	0,0	2	50,0
4 «полином» 2+	6	4,6	2	11,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
5 «полином» 3–+–	9	6,9	3	17,6	4	36,3	1	20,0	0	0,0
6 «полином» 3+–+	4	3,1	2	11,8	1	9,1	1	20,0	0	0,0
<i>Всего</i>	<i>131</i>	<i>100,0</i>	<i>17</i>	<i>100,0</i>	<i>11</i>	<i>100,0</i>	<i>5</i>	<i>100,0</i>	<i>4</i>	<i>100,0</i>

Этнические традиции достаточно сильно проявляются в расселении, отражаясь прежде всего на структуре поселения, организации подворья и жилой среды. Ощутимое влияние этот фактор оказывает и на динамику людности. Замечено, что в марийских и татарских селах процессы миграции шли не так активно, как в русских, дольше сохранялись традиции многодетности, соответственно это влияло на движение населения. Так, например, только в 5,3% русских поселений наблюдается положительная линейная динамика, в то время как среди марийских сел такой вариант встречается в 17,6% случаев, а в татарских — в 27,3%. При этом 87% русских поселений относится к динамическим моделям 1, 3, 5-го типов, имеющим в целом отрицательную динамику, среди марийских деревень к ним относится значительно меньше — 58,8%, а среди татарских — 63,6%. Влияние традиции на демографическое поведение здесь очевидно.

Небольшой объем выборки и хозяйственная однородность изучаемых районов не позволили провести анализ распределения по признаку хозяйственной направленности сельских населенных пунктов, в рамках которого выделяются сельскохозяйственные, промышленные, транспортные, лесохозяйственные и другие категории поселений. На изучаемых территориях однозначно преобладают сельскохозяйственные населенные пункты, следовательно, сделанные выше выводы отражают специфику аграрных территорий. При расширении объема наблюдений можно будет более определенно сказать о влиянии данного фактора на процессы расселения.

Полученные результаты о значимости тех или иных факторов можно уточнить с помощью *методов кластерного анализа*. Они позволяют разбить изучаемую совокупность на группы «схожих» объектов, называемых кластерами. Методы разбиения на кластеры довольно разнообразны, в них по-разному выбирается способ определения близости между кластерами, а также используются разные алгоритмы вычислений. Результаты кластеризации зависят от выбранного метода. Поэтому результаты кластерного анализа могут быть дискуссионными, часто они служат лишь подспорьем для содержательного анализа.

Воспользуемся для проведения кластерного анализа *методом Уорда*. Он основан на предположении, что на первом шаге каждый кластер состоит из одного объекта. Первоначально объединяются два ближайших кластера. Для них определяются средние значения каждого признака и рассчитывается сумма квадратов отклонений V_k :

$$V_k = \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{jk})^2,$$

где k — номер кластера, i — номер объекта, j — номер признака, p — количество признаков, характеризующих каждый объект, n_k — количество объектов в k -м кластере. В дальнейшем на каждом шаге работы алгоритма объединяются те объекты или кластеры, которые дают наименьшее приращение величины V_k . Метод Уорда приводит к образованию кластеров приблизительно равных размеров с минимальной внутрикластерной вариацией

Для проведения кластерного анализа было использовано распределение поселений по национальности (табл. 5), преобразованное в виде дендрограммы (рис. 7). Дендрограмма показывает, что по признаку «преобладающая национальность» поселения разбились на две группы: в одну попали марийцы и татары из Артинского района, татары из Ачитского района и смешанное население русские/татары из Ачитского, в другую — все остальные (русские из обоих районов, русские/марийцы из Артинского района, марийцы из Ачитского района). Фактически произошло разделение поселений на два типа с преимущественно русским и преимущественно нерусским населением, что в целом подтверждает выводы, сделанные на основе анализа табл. 4. Разбиение на три кластера не даст нам ничего принципиально нового, просто в отдельную группу выделятся русские/татары из Ачитского района.

Таблица 5

Распределение сельских поселений Артинского и Ачитского районов
Свердловской области по национальности, %

Национальность	Тип динамической модели					
	«Линейная» —	«Линейная» +	«Полynomial» 2—	«Полynomial» 2+	«Полynomial» 3—	«Полynomial» 3++
1. Марийцы, Арты	20,00	20,00	10,00	20,00	30,00	0,00
2. Русские, Арты	42,86	5,36	39,29	1,79	7,14	3,57
3. Русские / марийцы, Арты	25,00	25,00	50,00	0,00	0,00	0,00
4. Татары, Арты	14,29	42,86	0,00	0,00	42,86	0,00
5. Марийцы, Ачит	14,29	14,29	42,86	0,00	0,00	28,57
6. Русские, Ачит	29,33	5,33	49,33	6,67	6,67	2,67
7. Русские / татары, Ачит	60,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00
8. Татары, Ачит	20,00	0,00	20,00	0,00	60,00	0,00

Dendrogram

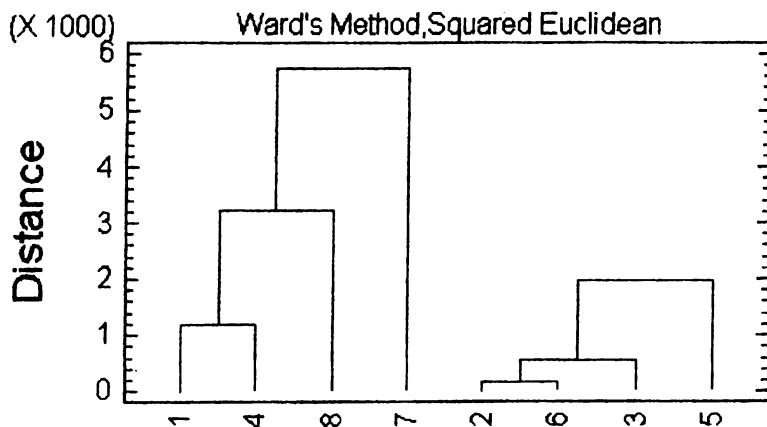


Рис. 7. Дендрограмма распределения сельских поселений по национальности

Для проверки однородности изучаемой выборки попробуем воспользоваться другими методами. Для этих целей, в частности, применяются методы проверки однородности парных выборок. Среди них наиболее известным критерием является критерий Стьюдента (t -критерий). Но для его использования выборки должны иметь нормальное распределение, что в нашем случае, конечно же, не наблюдается. Поэтому воспользуемся *критерием знаков и критерием знаковых ранговых сумм*. Оба критерия сравнивают медианы. Медиана имеет существенное преимущество перед средним: она более устойчива к возмущениям. Следовательно, если имеются выбросы или грубые ошибки, их влияние на медиану будет невелико. Критерий знаков описан еще в 1710 г. Арбетнотом, который установил, превышает ли доля рождений мальчиков в Лондоне $1/2$. Суть критерия знаков состоит в том, что для каждой пары наблюдений ищется знак их разности $z_i = \text{sign}(y_i - x_i)$, можно записать нулевую гипотезу:

$$H_0 = P(x_i < y_i) = P(x_i > y_i) = 0,5 \text{ для всех } i = 1, \dots, n.$$

Единственное требование к z_i состоит в том, что они предполагаются независимыми. Затем определяется количество положительных знаков и сравнивается с табличным значением для данного объема выборки n . К сожалению, для маленького объема выборки точность этого критерия невелика и во всех случаях он не отвергает основную гипотезу H_0 в пользу альтернативной $H_1 = P(x_i < y_i) \neq P(x_i > y_i)$. В качестве примера рассмотрим применение знакового критерия для татар и русских Артинского района.

SIGN TEST

NULL HYPOTHESIS: MEDIAN \square 0.0

ALTERNATIVE: GREATER THAN

NUMBER OF VALUES BELOW HYPOTHESIZED MEDIAN: 4

NUMBER OF VALUES ABOVE HYPOTHESIZED MEDIAN: 2

LARGE SAMPLE TEST STATISTIC \square 0.408248 (CONTINUITY CORRECTION APPLIED)

P-VALUE \square 0.658456

DO NOT REJECT THE NULL HYPOTHESIS FOR ALPHA \square 0.05.

Несколько более точным является критерий знаковых ранговых сумм Уилкоксона, который состоит в том, что найденные z_i ранжируют по абсолютной величине, а затем вычисляют сумму положительных рангов и сравнивают с табличным значением. Для того же примера получаем результат:

SIGNED RANK TEST

NULL HYPOTHESIS: MEDIAN \square 0.0

ALTERNATIVE: GREATER THAN

AVERAGE RANK OF VALUES BELOW HYPOTHESIZED MEDIAN: 3.0

AVERAGE RANK OF VALUES ABOVE HYPOTHESIZED MEDIAN: 4.5

LARGE SAMPLE TEST STATISTIC \square -0.419314 (CONTINUITY CORRECTION APPLIED)

P-VALUE \square 0.662508

DO NOT REJECT THE NULL HYPOTHESIS FOR ALPHA \square 0.05.

Таким образом, из использованных выше методов определения однородности выборки, наиболее наглядный результат нам дает *метод Уорда*, другие методы оказались не столь информативными. Специфика исходной информации, естественно, накладывает отпечаток на возможности применения того или иного метода, в этом случае, помимо чисто логического обоснования возможности использования методов, необходима их практическая проверка. С этой же целью апробируем в качестве одного из возможных оснований кластеризации такой признак, как тип поселения. Анализ таблиц сопряженности позволил сделать определенные выводы о значимости этой характеристики. Насколько эти выводы будут подтверждены в ходе кластерного анализа? В качестве исходных данных были использованы сведения табл. 6. Развернутые в виде дендрограммы (рис. 8, 9), они позволяют уточнить первоначальную гипотезу. По рис. 8 видно, что при разбиении совокупности на два класса в отдельный кластер попадают села Ачитского района. Если мы попробуем выделить три кластера, то в этом случае в отдельные кластеры попадают села Ачитского района и выселки того же района. В целом, проведенный анализ свидетельствует об однородности динамических моделей двух районов по типу поселения. Таким образом, признак «тип поселения» уступает признаку «национальность» по дифференцирующей способности и может рассматриваться как второстепенный.

Т а б л и ц а 6

*Распределение сельских поселений Артинского и Ачитского районов**Свердловской области по типу, %*

Тип поселения	Тип динамической модели					
	«Линейная» –	«Линейная» +	«Полином» 2	«Полином» 2 +	«Полином» 3 – + –	«Полином» 3 + – +
1. Деревня, Арти	35,09	7,02	42,11	3,51	10,53	1,75
2. Село, Арти	40,00	13,33	20,00	6,67	13,33	6,67
3. Поселок, Арти	50,00	0,00	25,00	0,00	25,00	0,00
4. Деревня, Ачит	27,78	2,78	48,61	2,78	12,50	5,56
5. Поселок, Ачит	37,50	12,50	37,50	12,50	0,00	0,00
6. Село, Ачит	12,50	25,00	25,00	25,00	0,00	12,50
7. Выселки, Ачит	75,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00

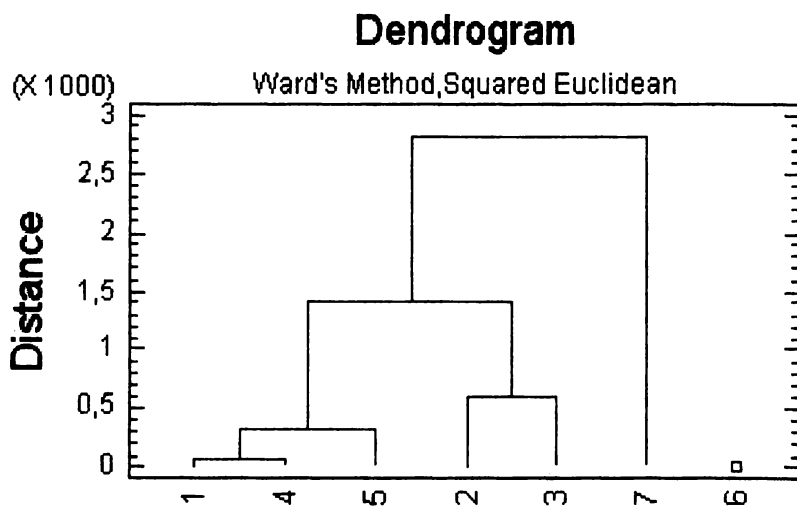


Рис. 8. Дендрограмма распределения сельских поселений по типу

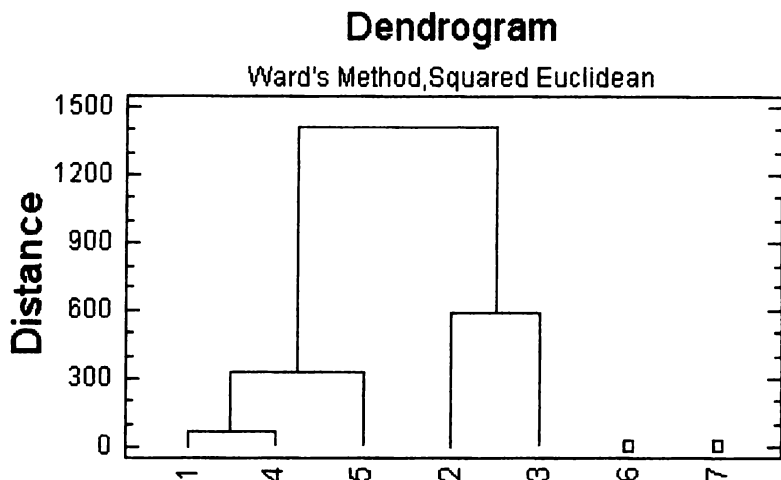


Рис. 9. Дендрограмма распределения сельских поселений по типу

Дальнейший анализ и уточнение влияния отдельных факторов на поведение сельских поселений связано с использованием коэффициентов корреляции и однофакторного анализа. Применение их для изучения экспериментального массива была затруднено вследствие небольшой выборки.

Все изложенные методы количественного анализа являются вполне стандартными приемами статистической обработки данных, но это не умаляет значимости проведенной работы. Впервые при изучении сельской поселенческой сети была рассмотрена возможность использования методов моделирования применительно к историческим данным. И уже первый опыт применения этих методов позволил существенно уточнить общую картину изменений, происходящих в региональной системе расселения.

В качестве одного из важных методологических аспектов изучаемой проблемы выступает выбор соответствующих задачам анализа программных средств, облегчающих статистические расчеты. В настоящее время спектр типовых программных средств, позволяющих осуществлять статистическую обработку, достаточно широк, к ним относятся и электронные таблицы — один из наиболее простых и широко доступных инструментов обработки данных. Однако возможности его ограничены применением наиболее распространенных приемов обработки (средние, показатели вариации, корреляционные коэффициенты и др.) Более сложный вариант анализа первичных данных предлагают специализирован-

ные статистические пакеты, к числу которых относятся *StatGraphics*, *Statistica*, но и они имеют свои особенности. С целью выбора программного средства, наиболее соответствующего задачам исследования, был проведен сравнительный анализ имеющихся в нашем распоряжении типовых программных комплексов статистической обработки информации *Excel*, *StatGraphics*, *Statistica*. В результате была предложена комбинированная схема использования программных продуктов. Сначала данные оформляются в *Excel*, затем копируются в *StatGraphics*. В нем проводился выбор наилучшей модели для изучения динамического ряда. Данный пакет выбран, потому что позволяет сравнивать различные модели регрессий. Далее результаты снова переносились в *Excel* для подсчета количества поселений, относящихся к той или иной модели. Проведение корреляционного и кластерного анализов осуществляется с помощью ПК *Statistica*.

Такая комбинированная схема использования программных средств представляется вполне обоснованной и определяется спецификой задач исследования, характером первичных данных и возможностями программных средств.

- ¹ Сенявский А.С. Урбанизация России в XX веке: Роль в историческом процессе. М., 2003
- ² Уральская Е.М. Расселение Свердловской области и его районирование: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Л., 1968. С. 7.
- ³ РГАЭ. Ф. 1562. Оп. 336. Д. 133. Л. 2; Сельские населенные пункты РСФСР: По данным Всесоюзной переписи населения 1989 г. М., 1991. С. 2.
- ⁴ Мичурина Ф.З. Сельское расселение: теория и практика регионального анализа (на материалах Урала): Дис. ... докт. геогр. наук. М., 1998. С. 31.
- ⁵ См., напр.: Бочаров М.К. Методы математической статистики в географии. М., 1971; Архипов Ю.Р., Блажко Н.И. и др. Математические методы в географии. Казань, 1976 и др.
- ⁶ Проблемы расселения в СССР (социально-демографический анализ сети поселений и задачи управления). М., 1980. С. 206.
- ⁷ См., напр.: Гусейн-Заде С.М. Модели размещения населения и населенных пунктов. М., 1988; Важенин А.А. Эволюционные процессы в системах расселения. Екатеринбург, 1997 и др.
- ⁸ Развитие сельских поселений: (Лингвистический метод типологического анализа социальных объектов). М., 1977.
- ⁹ Там же. С. 280.
- ¹⁰ Там же. С. 283.
- ¹¹ Там же. С. 30.
- ¹² См., подробнее: Мичурина Ф.З. Сельское расселение: Методология регионального анализа (по материалам Урала). Пермь, 1997; Она же. Сельское расселение: Региональный анализ и политика регулирования. Пермь, 1997.
- ¹³ См., подробнее: Мазур Л.Н., Бродская Л.И. Информационно-справочная система «Села и города Среднего Урала в XX веке // Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер». 2002. № 29. С. 80–104.